

# ОЦЕНКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ИНФОРМАЦИОННО–УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ В ЭКОЛОГИИ

**Штепа Владимир Николаевич, к.т.н.**  
Shtepa Vladimir, PhD, [shns1981@gmail.com](mailto:shns1981@gmail.com)

**Кот Роман Евгеньевич, инженер,**  
Kot Roman

**Моргаль Александр Владимирович, инженер**  
Morhal Aleksandr

**Полесский государственный университет**  
Polessky State University

Аннотация: проанализировано недостатки и достоинства ряда существующих методов синтеза информационно–управляющих систем для поддержания экологически безопасной ситуации в регионах.

Ключевые слова: экологическая безопасность, информационно–управляющая системы, нейронные сети, нечёткие множества.

Классическая экология при установлении опасности предприятий (процессов) отталкивается от максимальной минимизации выбросов [1]. Например, безразмерный интегральный показатель экологической опасности, который отражает комплексную сравнительную оценку уровня опасности с учетом внешних и внутренних факторов:

$$R_{int} = K_{оз} \cdot K_{люд} \cdot K_{тер} \cdot S \cdot V_a \cdot V_v \cdot V_{вид} \cdot V_{фв} \cdot K_n \quad (1)$$

где:  $K_{оз}$  – коэффициент озеленения зоны действия;

$K_{люд}$  – коэффициент населения ареала вредного воздействия;

$K_{тер}$  – коэффициент ценности территории;

$S$  – площадь действия опасностей;

$V_a$  – показатель превышения нормативного объема выбросов вредных веществ в атмосферу;

$V_v$  – показатель превышения нормативного объема выбросов вредных веществ в воду

$V_{вид}$  – показатель превышения нормативного объема отходов;

$V_{фв}$  – показатель превышения нормативных уровней физических воздействий;

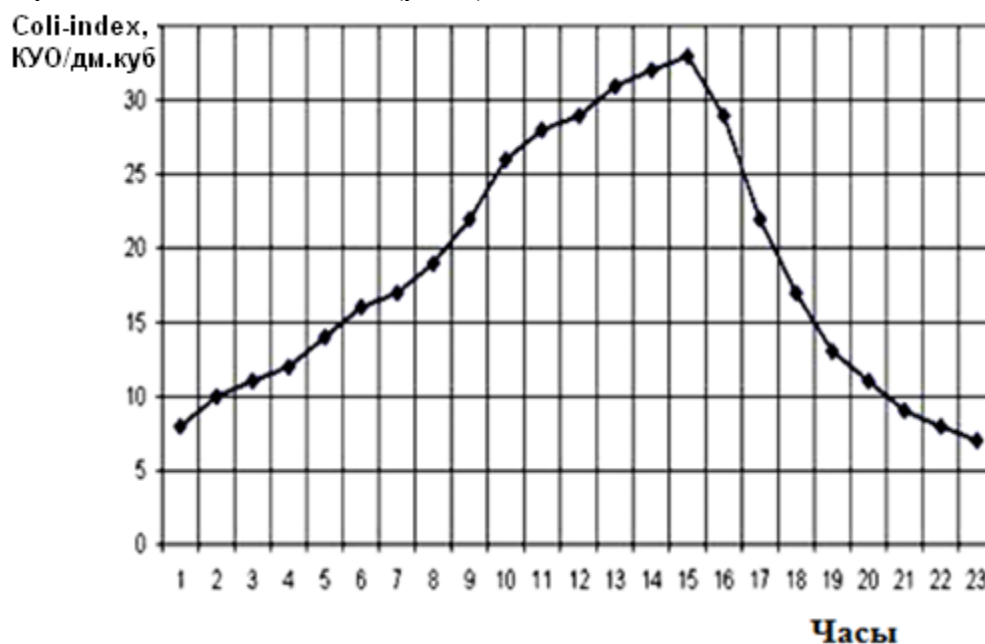
$K_n$  – коэффициент экологической безопасности.

Очевидно, что такой критерий является статичным – его невозможно использовать для динамической подстройки в режиме реального времени параметров технологического

оборудования, таким образом, чтобы не выйти за пределы экологической безопасности в конце отчетного периода.

Безусловно, что экологическая безопасность окружающей среды является главным критериальным ограничением функционирования производства, однако при этом целесообразно и учитывать качество работы его оборудования, эффективность использования энергетических ресурсов.

Большинство показателей, являющихся входными для информационно–управляющих систем поддержания экологической безопасности, характеризуется нелинейностью, нестационарностью и стохастичностью (рис. 1).



**Рисунок 1 – Изменение показателя бактериологического загрязнения воды (Coli-index) на протяжении суток (данные зафиксированы в результате проведения пассивного эксперимента)**

Поэтому часто при построении информационных систем применяется математический аппарат нейронных сетей (НС) и нечёткой логики (НЛ) [2,3].

Сильными сторонами разработок с использованием НЛ и НС являются [2]:

- Работа в условиях неопределенности относительно характера входных сигналов;
- Надежное функционирование при большом количестве, по сравнению с традиционными системами, входных переменных.

Однако к недостаткам НС можно отнести:

- Длительное время обучения;
- Сложность анализа структуры "обученной" сети, и соответственно невозможность ее оптимизации;
- Невозможность введения априорной (экспертной) информации для ускорения обучения сети.

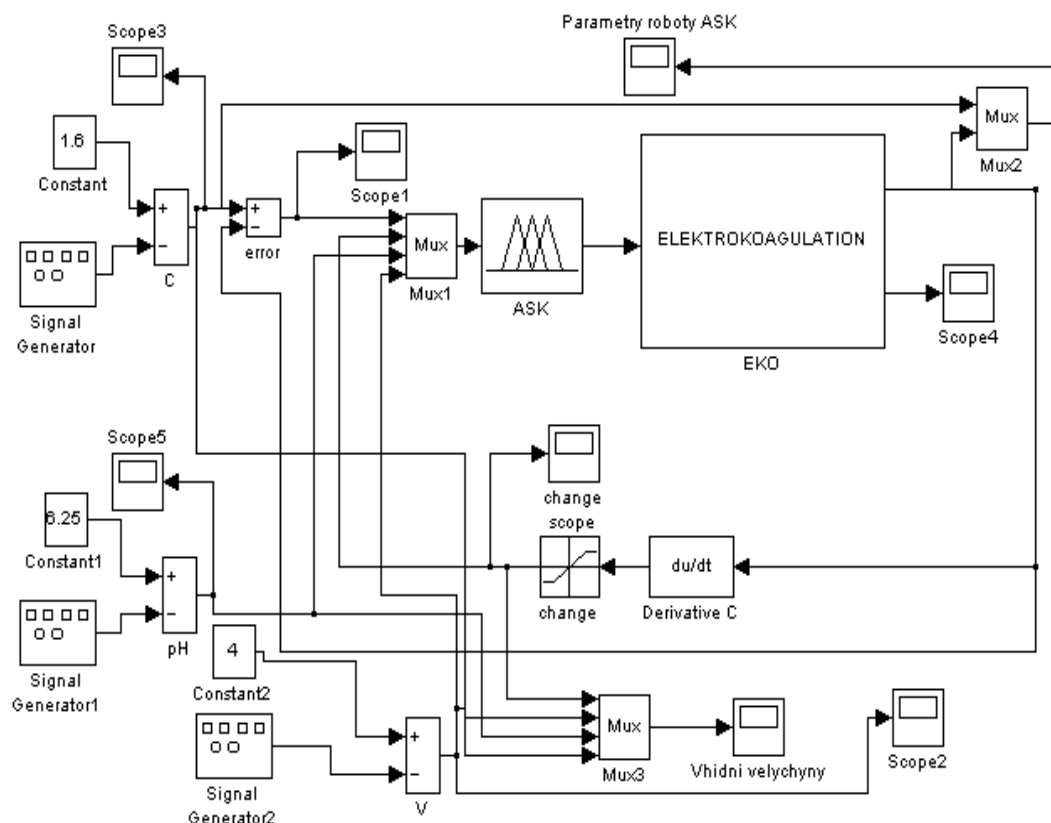
А к недостаткам систем с использованием НЛ можно отнести [3]:

- Невозможность автоматического получения знаний в процессе функционирования;
- Необходимость разбивки универсальных множеств на отдельные области создает предельное количество входных параметров.

Устранение данных недостатков НС и НЛ способствовало бы повышению производительности работы систем управления и управляемых объектов (процессов).

Данные соображения были положены, например, в основу создания гибридных нейронных сетей, где выводы делаются на основе аппарата нечеткой логики, а соответствующие функции принадлежности подстраиваются с использованием алгоритма обучения нейронных сетей. Эти системы могут не только использовать априорную инфор-

мацию, а и получать в процессе функционирования новые знания – это обеспечивая адаптивную работу в режиме реального времени (рис. 2).



**Рис. 2 Пример структурной схемы системы управления электротехнологическим оборудованием очистки сточных вод на основе гибридных нейронных сетей (при проверке адекватности модели получены технологически приемлемые значения среднеквадратических отклонений – 1,8–2,3%)**

Также при системном анализе сложных объектов эффективно используются нечёткие когнитивные карты, нечёткие сети Петри [2].

Выводы. С учётом многофакторности и нелинейности большинства процессов влияющих на экологическую безопасность, соответственно, являющихся входными параметрами информационно-управляющих систем при синтезе последних, обосновано использовать математический аппарат интеллектуальных систем. Однако, при этом необходимо комбинировать различные математические аппараты в зависимости от предварительных исследований проблемной области.

Список использованных источников:

1. Кондратьев К.Я. Глобальная безопасность и ее экологический компонент / К.Я. Кондратьев // Экология. – М.: МФТИ. – 1990. – Т. 122. – Вып. 3. – С. 212–220.
2. Лисенко В.П. Синтез энергоеффективной адаптивной системы керування електрокоагуляційною очисткою стічних вод птахівничого комплексу на основі гібридних нейронних мереж / В.П. Лисенко, В.М. Штепа // Аграрна наука і освіта. – К.: НАУ. – 2007. – Т.8 № 1 – 2. – С. 77 – 83.
3. Штепа В.Н. Очистка растворов от дисперсных примесей методом электрокоагуляции. 1. Электрохимическое получение коагулянта / В.Н. Штепа, М.И. Донченко, О.Г. Срибная // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”. – Харків: НТУ “ХПІ”. – 2007. – № 9. – С. 86–95